

ASIM-Workshop 2007

Numerische Simulation von Gießprozessen

Dr. Robert Schneiders
MAGMA GmbH, Aachen

Committed to Casting Excellence



Überblick

- Gießereitechnologie
- Simulation von Gießvorgängen
- Visualisierung
- Beispiele

MAGMA

- Gegründet 1988
- MAGMASOFT®: Simulation und Optimierung von Gießvorgängen
- Anwendung: Gießereien, Gußteilverbraucher (Automobilindustrie und Zulieferer), >900 Kunden
- Ca. 110 Mitarbeiter
- www.magmasoft.de

MAGMA ... Weltweit präsent

MAGMA Gießereitechnologie GmbH
Aachen, Germany

MAGMA Technologies A/S
Kopenhagen, Denmark

MAGMA
Engineering
Korea,
Co.Ltd,
Seoul

MAGMA Foundry
Technologies, Inc.
Chicago, USA

MAGMA Engenharia
do Brasil Ltda.
Sao Paulo, Brazil

MAGMA
Engineering
Asia-Pacific,
Pte.Ltd,
Singapore

Committed to Casting Excellence



MAGMA-Entwicklergruppe

- Ca. 25 Entwickler, darunter 7 Mathematiker, 5 Physiker, 5 Ingenieure, 3 Informatiker
- Engineering-Gruppe (20 Mitarbeiter)
- Aktuell: 3 offene Stellen in der Solver-Entwicklung (Strömung, Micro-Modelling, Mehrphasen-Strömung), 2 in der Engineering-Gruppe
- www.magmasoft.de

Gießen – eine alte Technologie



www.kunst-guss-gips-bronze.de

Committed to Casting Excellence

MAGMA

Gießen – eine alte Technologie



Committed to Casting Excellence

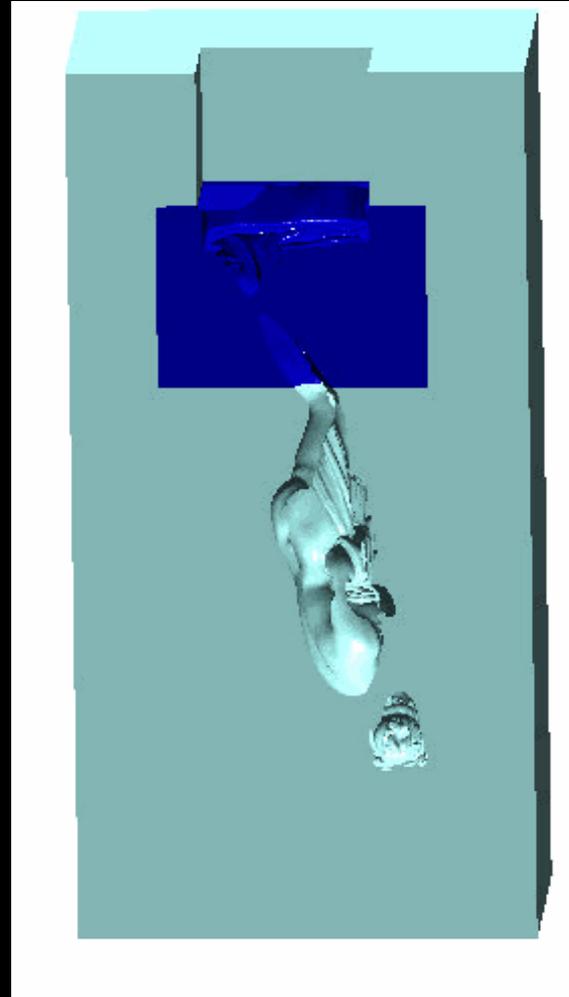
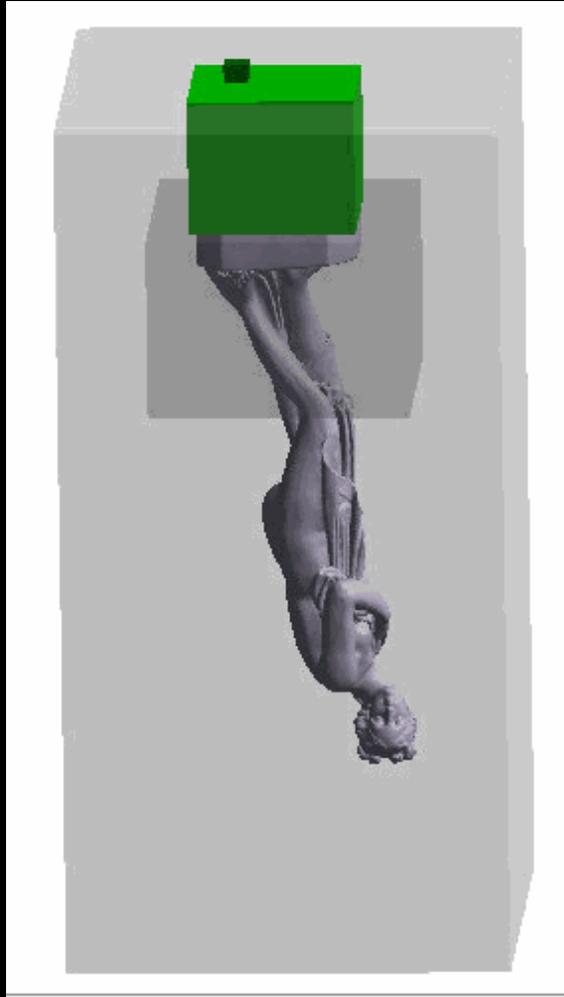
MA MA

Ein Beispiel



- Virtuelles Gießen einer Bronzefigur
- Quelle: L. Kobbelt, RWTH Aachen
- STL-Modell

Gussform



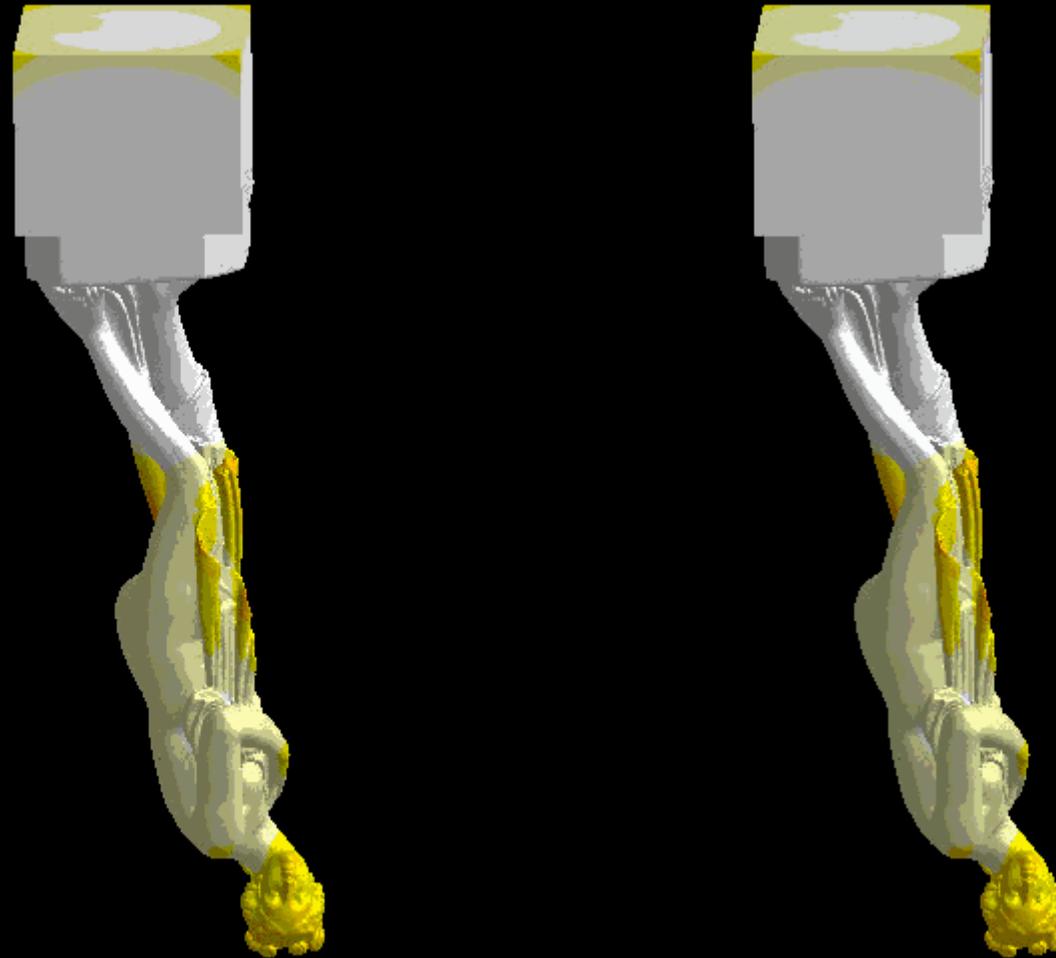
Committed to Casting Excellence

Formfüllung

Ziel:
Gleichmäßige
Formfüllung



Abkühlung – Erstarrung



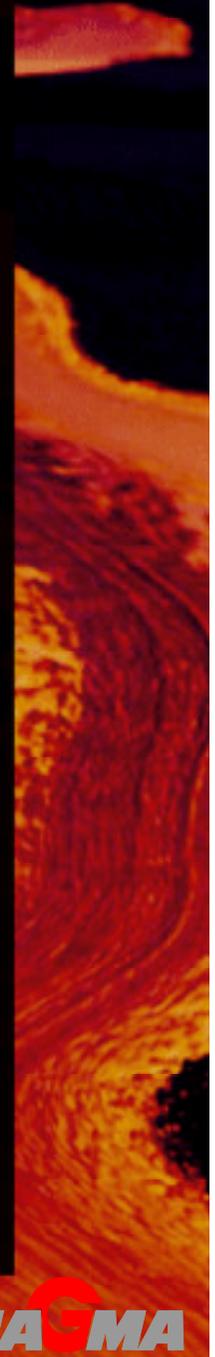
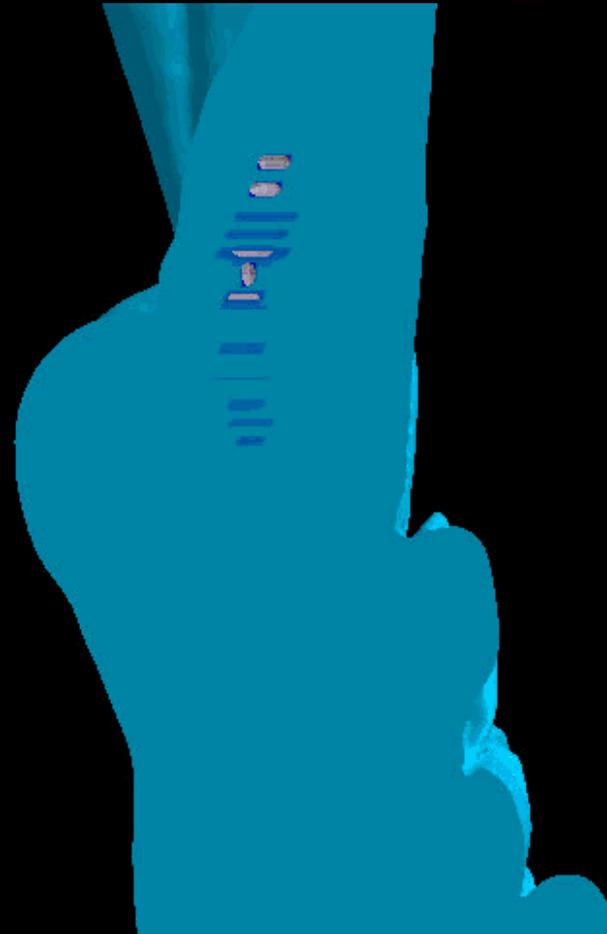
Ziel:

Wärmezentren im Gussteil vermeiden!

Gussteileigenschaften

Porositäten
(Lunker)

Mechanische
Eigenschaften
Härteverteilungen
Lebensdauer

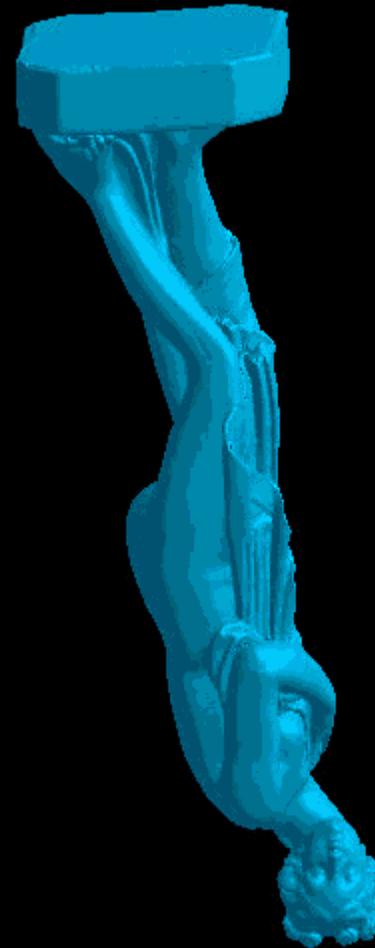


Eigenstressen – Verzug

Abkühlung induziert
Eigenstressen

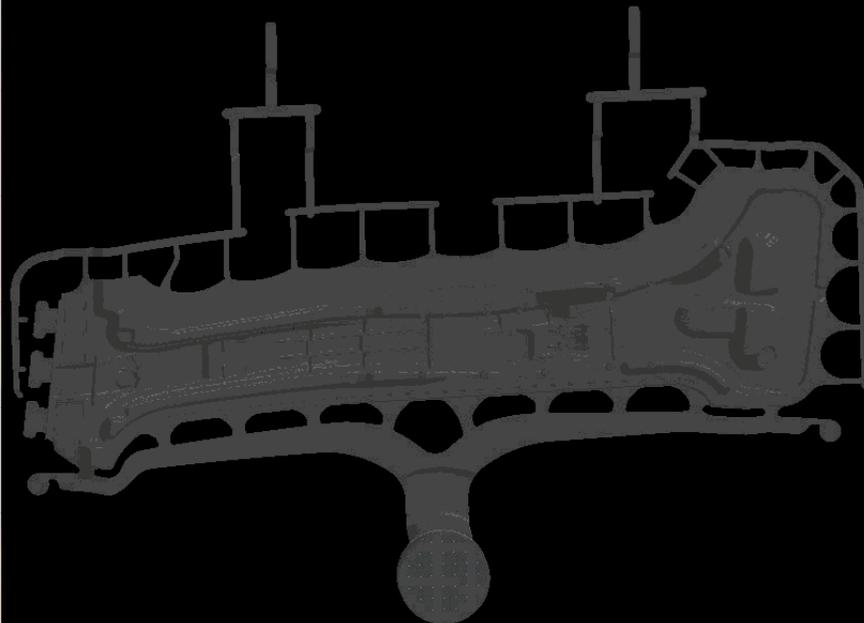
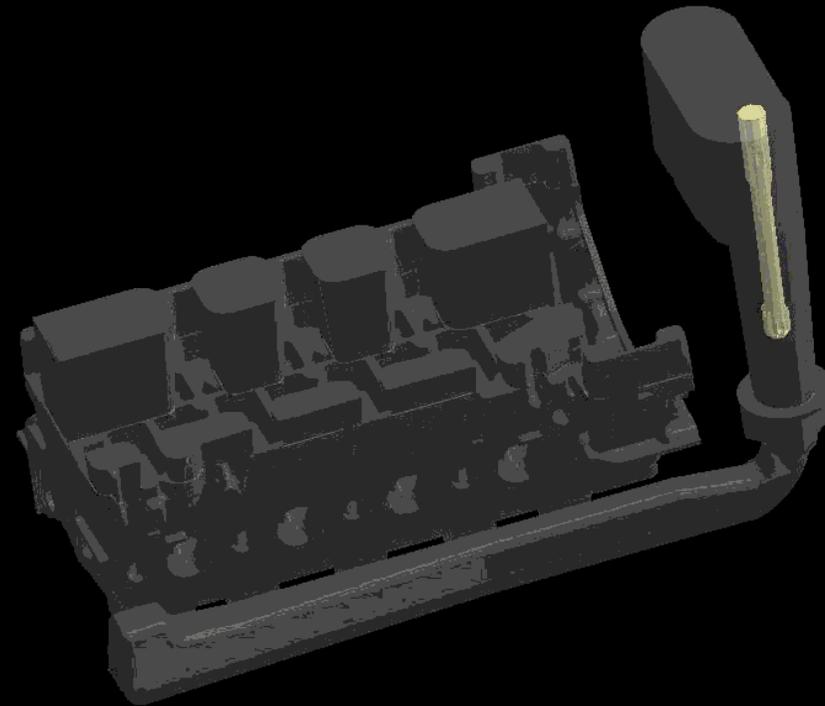
Dargestellt:
Verzug über die Zeit
(überhöht)

Rissbildung



Industrielle Praxis

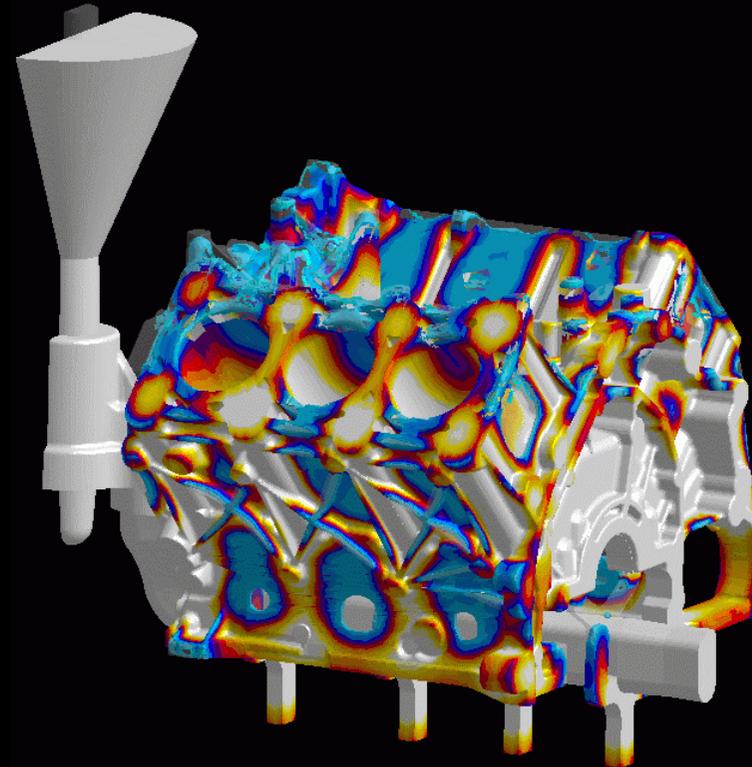
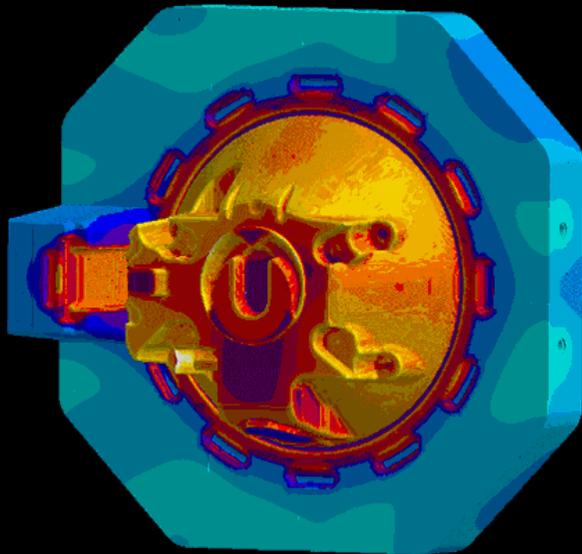
- Formfüllsequenz
- Strömungsfeld, Geschwindigkeit und Druck in der Kavität
- Verlust von Überhitzung und Temperaturverteilung in der Schmelze



- Lufteinschlüsse, Entlüftungsbedingungen
- Kaltlauf und unvollständige Formfüllung

Abkühlung und Erstarrung

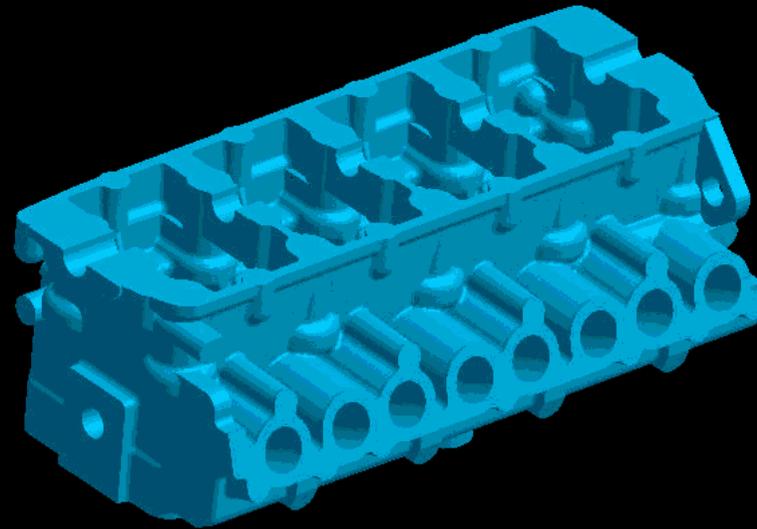
- Erstarrungsverlauf und Speisungszonen
- Gußfehler (Porosität)
- Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften



- Wärmebilanz der Werkzeuge
- Optimierung der Zykluszeiten

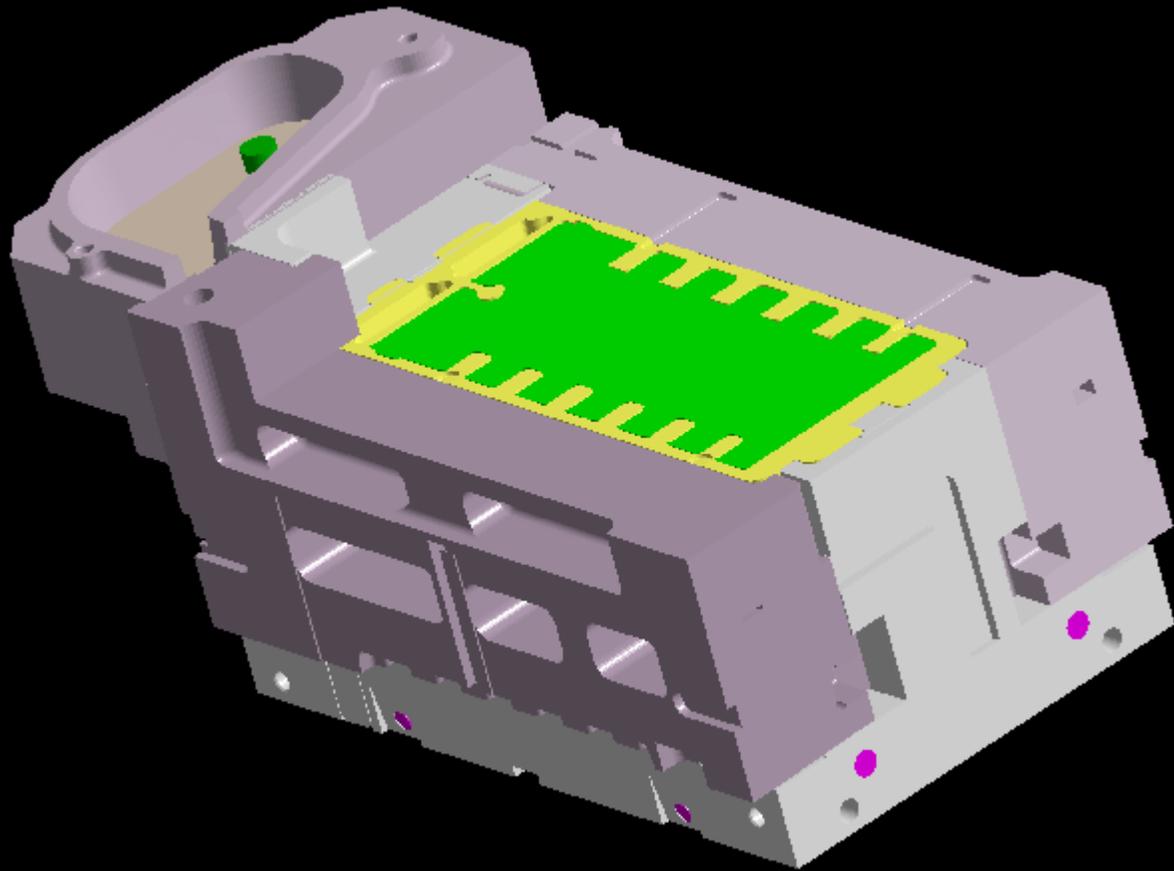
Eigenstressen

- Spannungs- / Dehnungsverteilung in Gussteil und Werkzeug
- Gussteilanalyse und Werkzeugverzug



- Warmrisserkennung in Gussteilen
- Rissvorhersage im Werkzeug

Gießsystem - Zylinderkopf



Committed to Casting Excellence



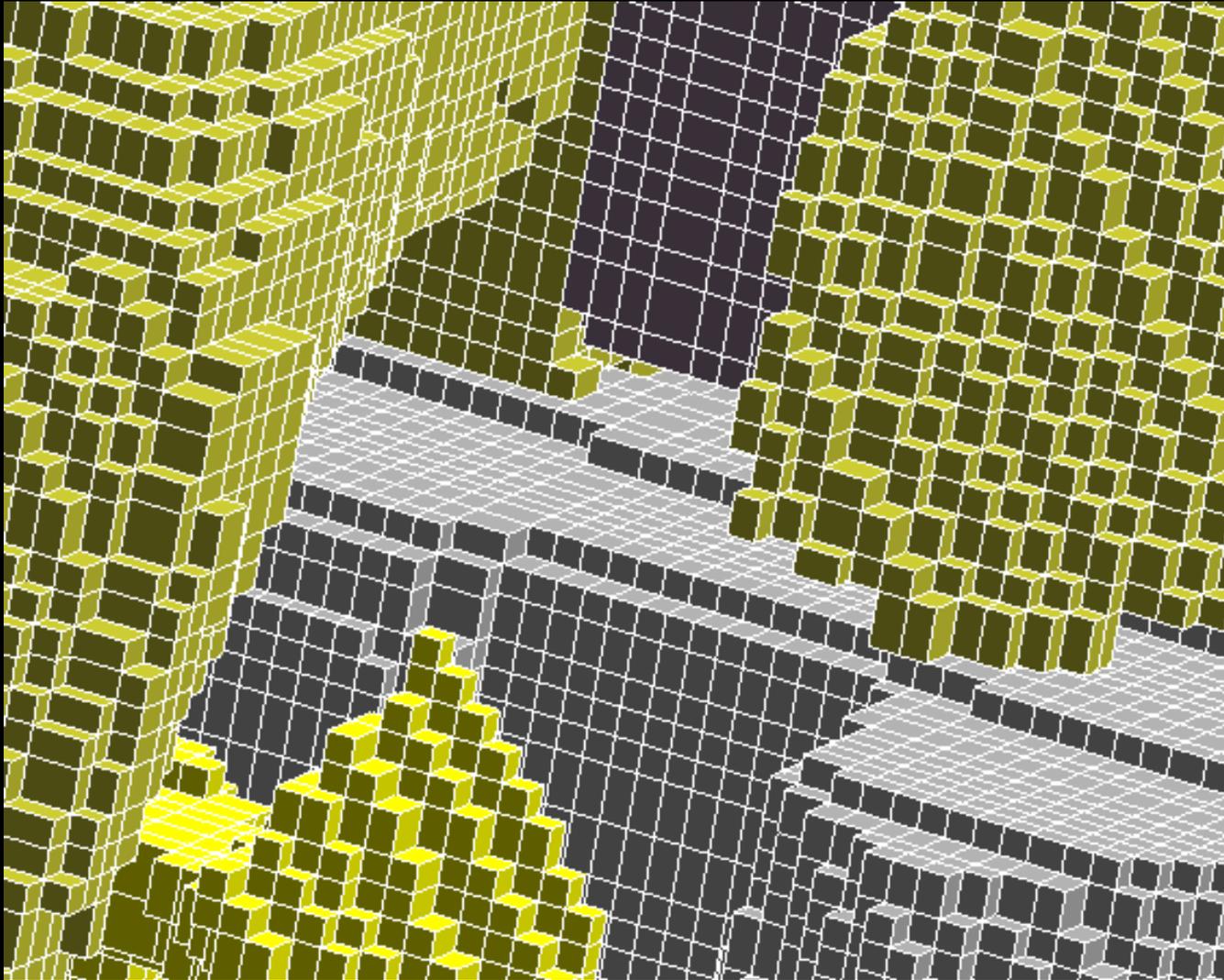
Herausforderung Simulation

- Sehr komplexe Geometrien
- Komplexe physikalische Prozesse
- Forderung: Kurze Turn-Around-Zeiten
- Einfach zu bedienendes Programm

➔ Problem: Netzgenerierung!

Priorität: Benutzerfreundlichkeit

Kartesische Vernetzung

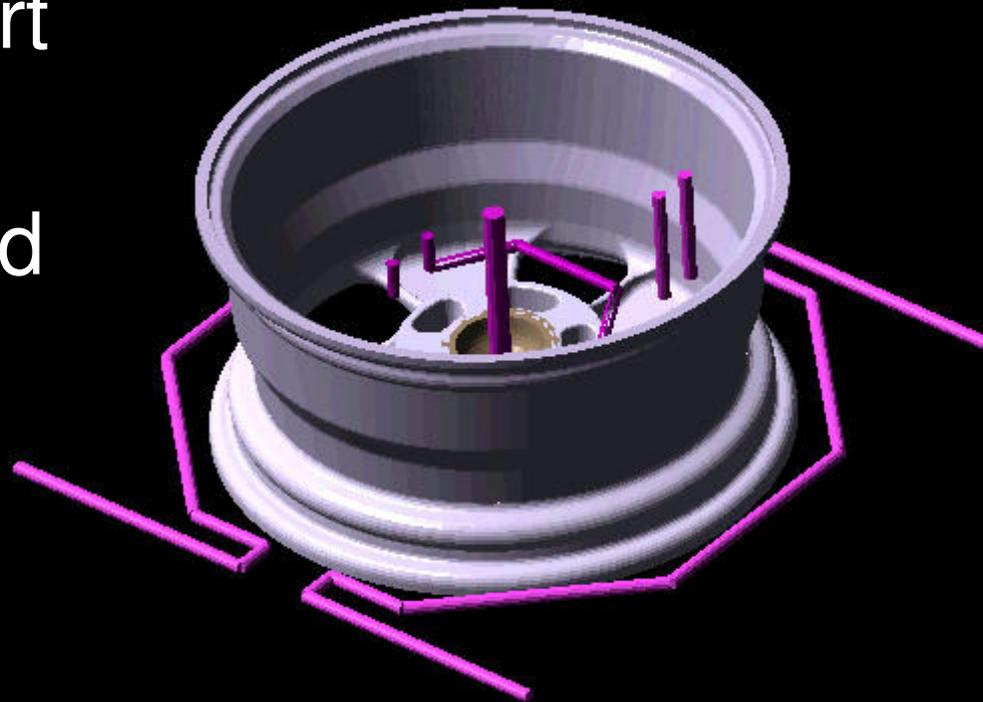


Committed to Casting Excellence



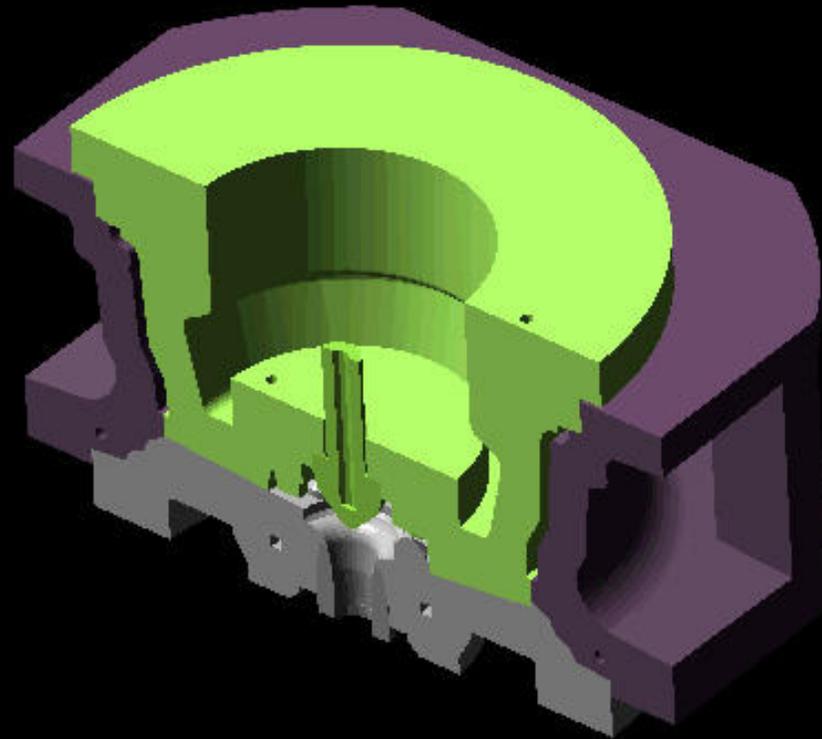
Preprocessing

- Modellaufbau oder -import (STL)
- Gussteil und Kühlung



Gussform

- Form: „Negativ“ des Gussteils
- Schleifende Schnitte, Lücken, Überlagerungen



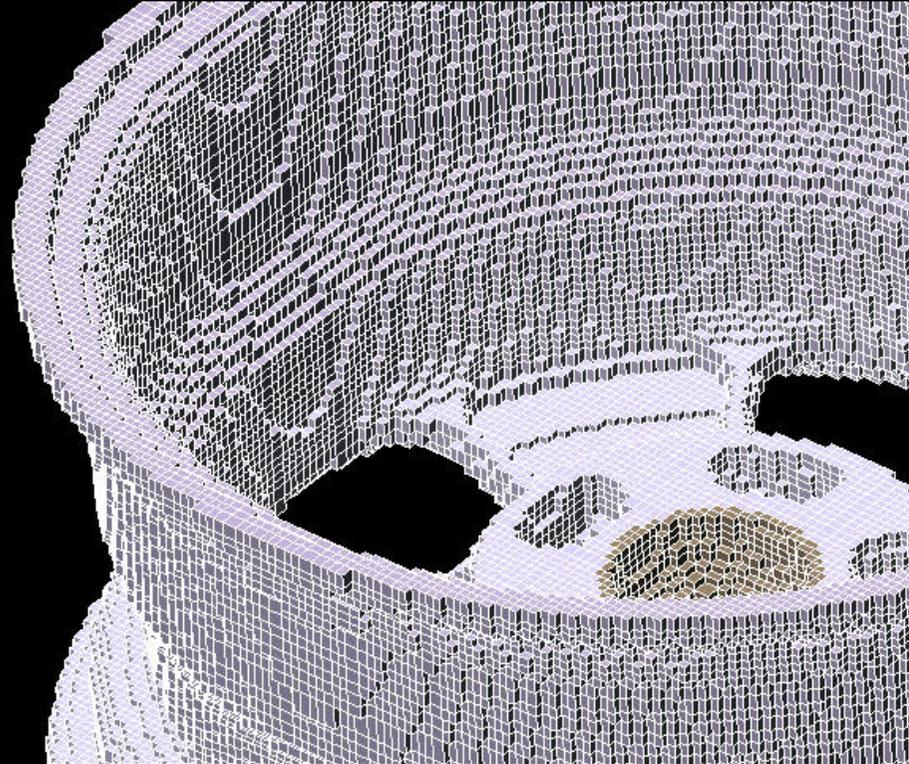
Datenstrukturen

- Triangulationen
- 75.000 Dreiecke
- Oft ≥ 1 Mio. Dreiecke
- Hohe Grafiklast!



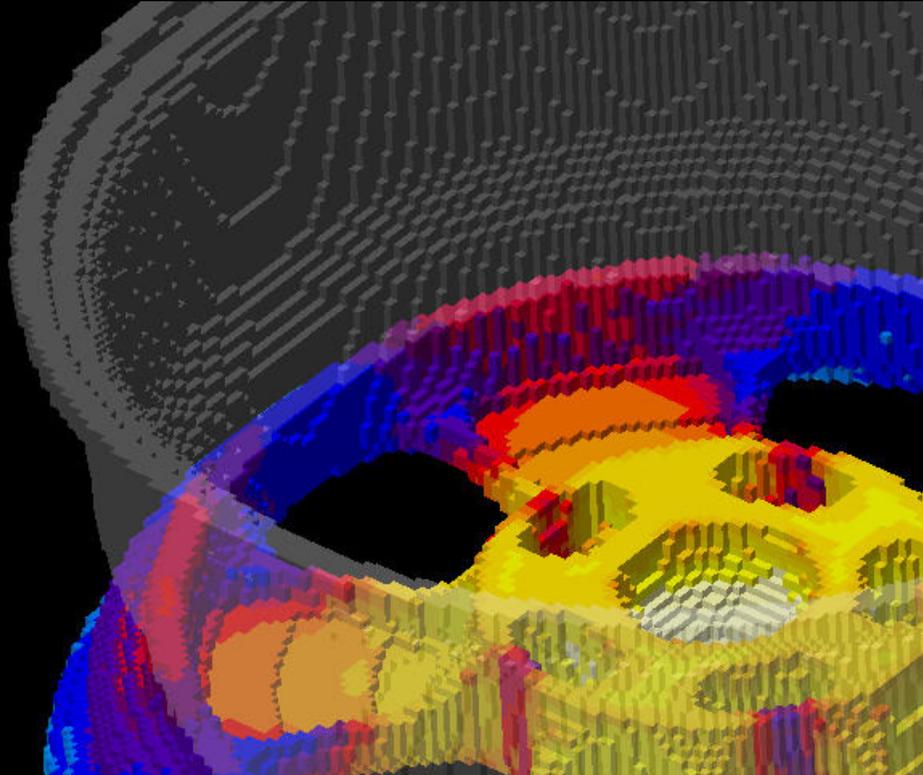
Automatische Vernetzung

- Kartesisches Netz (Gußteil und Form)
- Automatische Netzgenerierung
- 2 Mio. Elemente
- Oft mehr als 100 Mio. Elemente



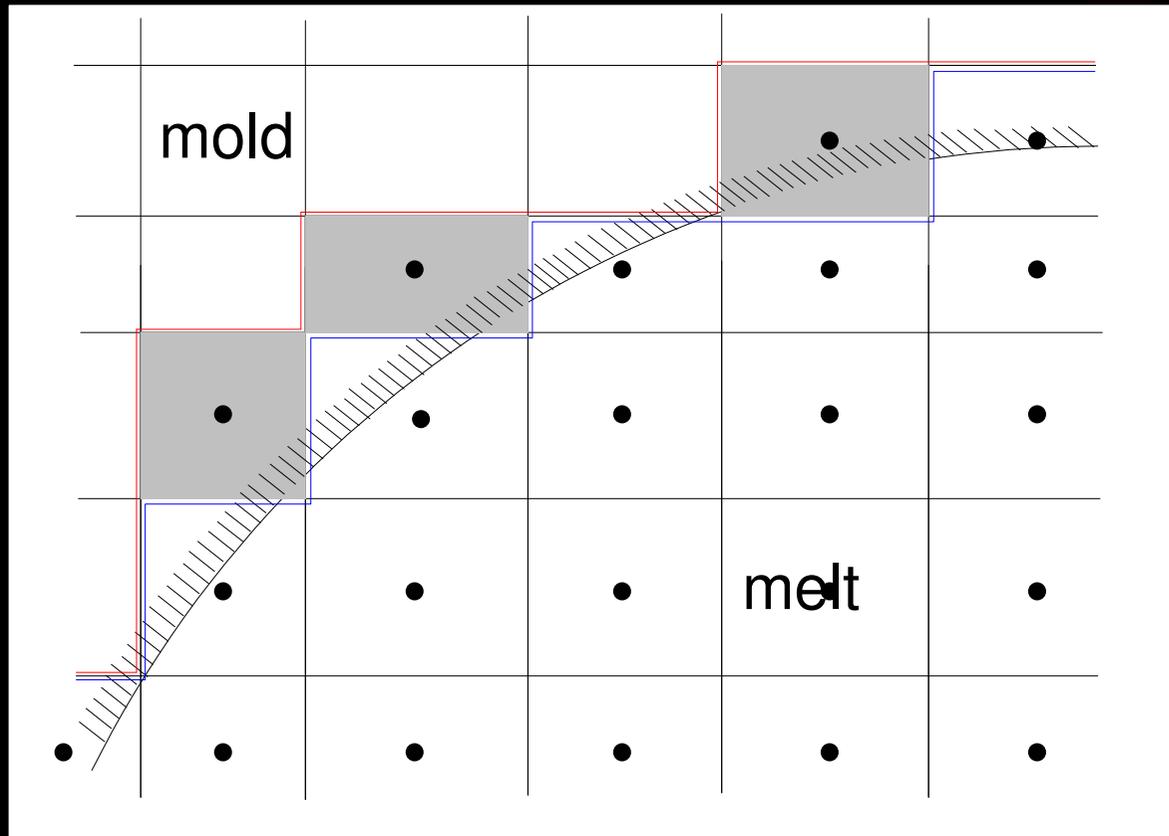
Formfüllung - MAGMAfill

- Navier-Stokes-Gleichungen
- Thermische Energiegleichung
- Freie Oberfläche
- Finite-Volumen-Verfahren, VOF-Methode
- Parallelisiert



Randproblematik

– Cartesian Cut-Cell Technique (CCCT)



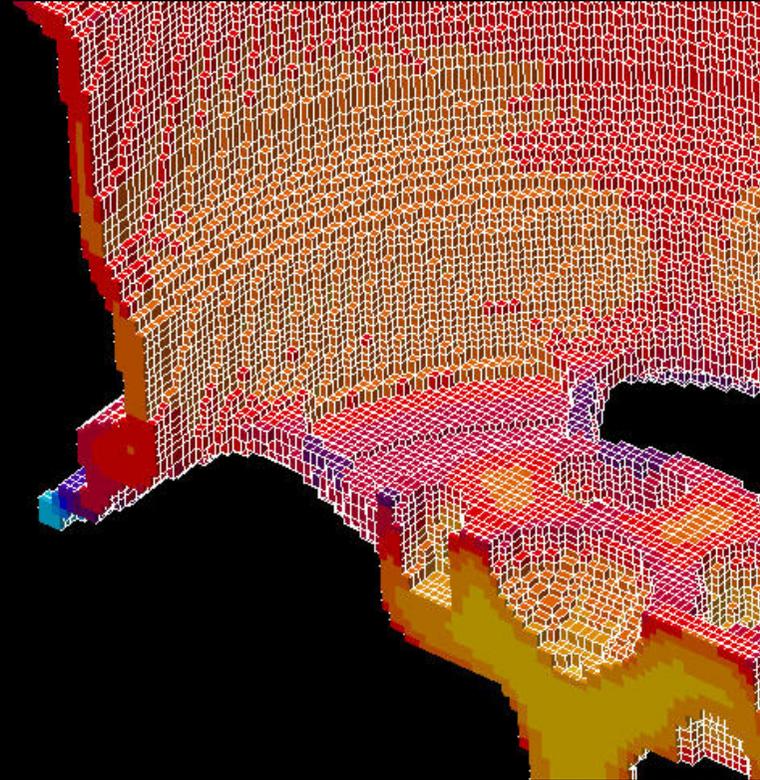
Lipinski 2005

Committed to Casting Excellence

MA³MA

Erstarrung - MAGMASolid

- Energiegleichung
- Dargestellt:
Temperaturen
- Phasenübergang
flüssig-fest
- Parallelisiert
- Kopplung z.B. mit
Crashsimulation

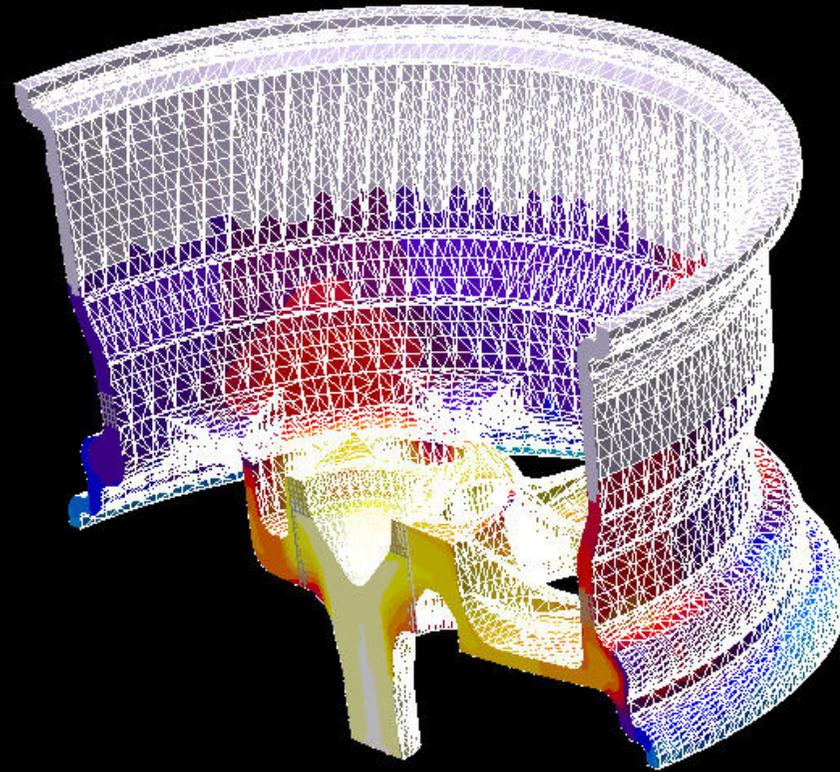


Spannungsberechnungen

- Eigenspannungen
- Verzug
- Verschiedene Materialmodelle
- Gießprozeß
- Wärmebehandlung
- Kontaktmodelle
- Basis für Lebensdauerberechnung

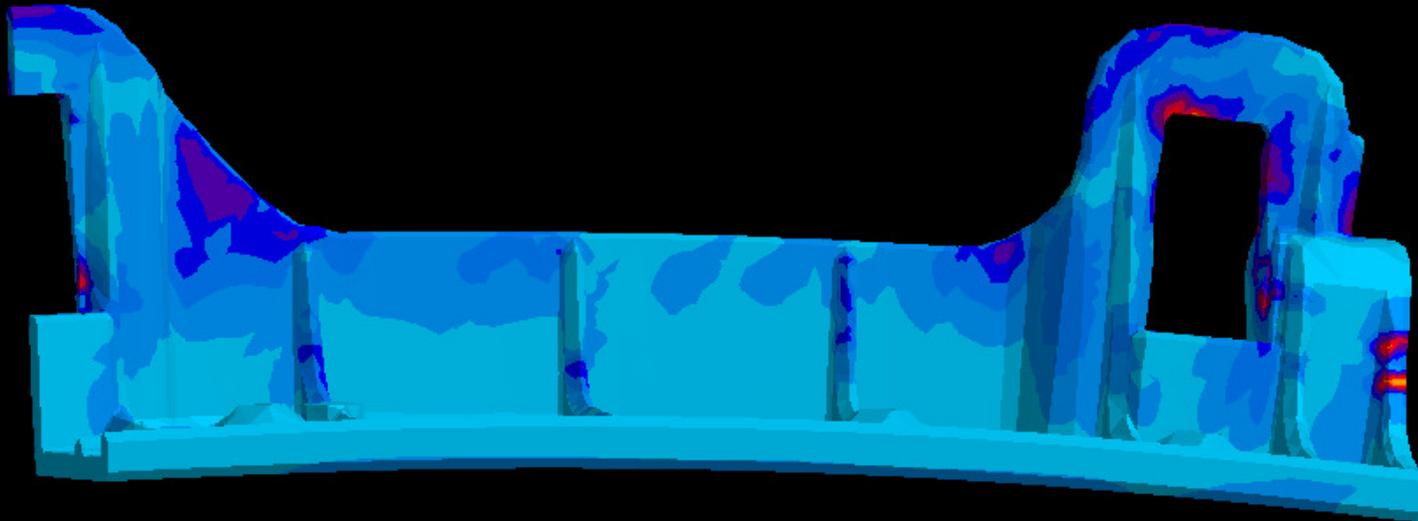


Postprocessing



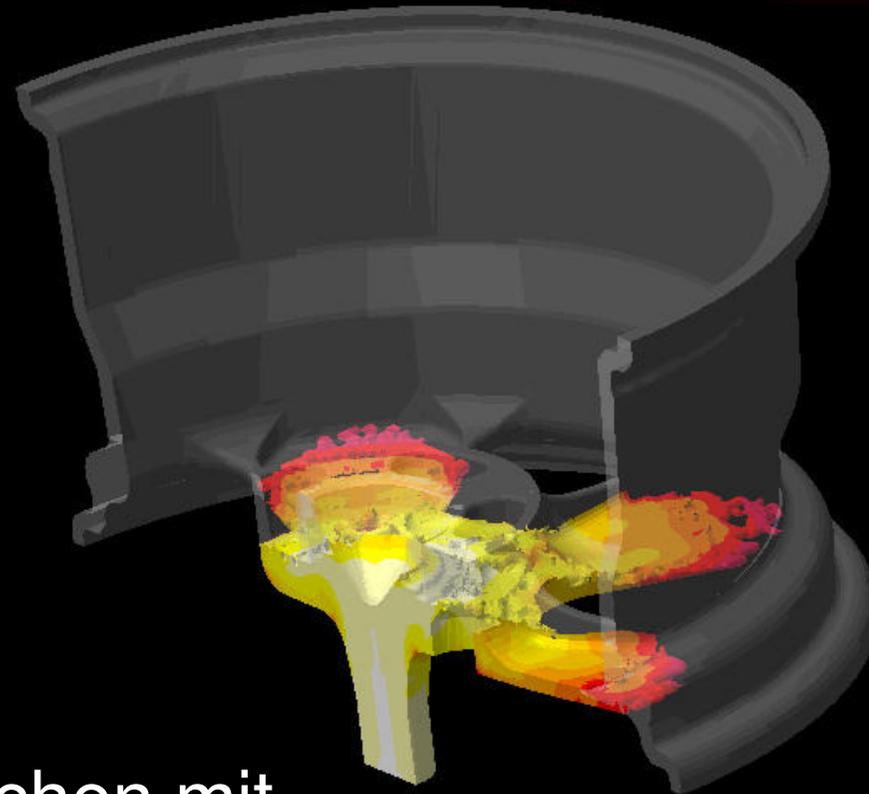
- Darstellung auf CAD-Daten

Verzug auf Geometrie



- Export zum Vergleich mit realem Modell
- Problematik: Ausmessen
- Lebensdaueranalyse

Freie Oberfläche



Darstellung von Isoflächen mit
CAD-Geometrie

Animation

- 40 Ergebnisse
- Anzahl Flächen:
5 Mio.



Simulation in der Gießerei

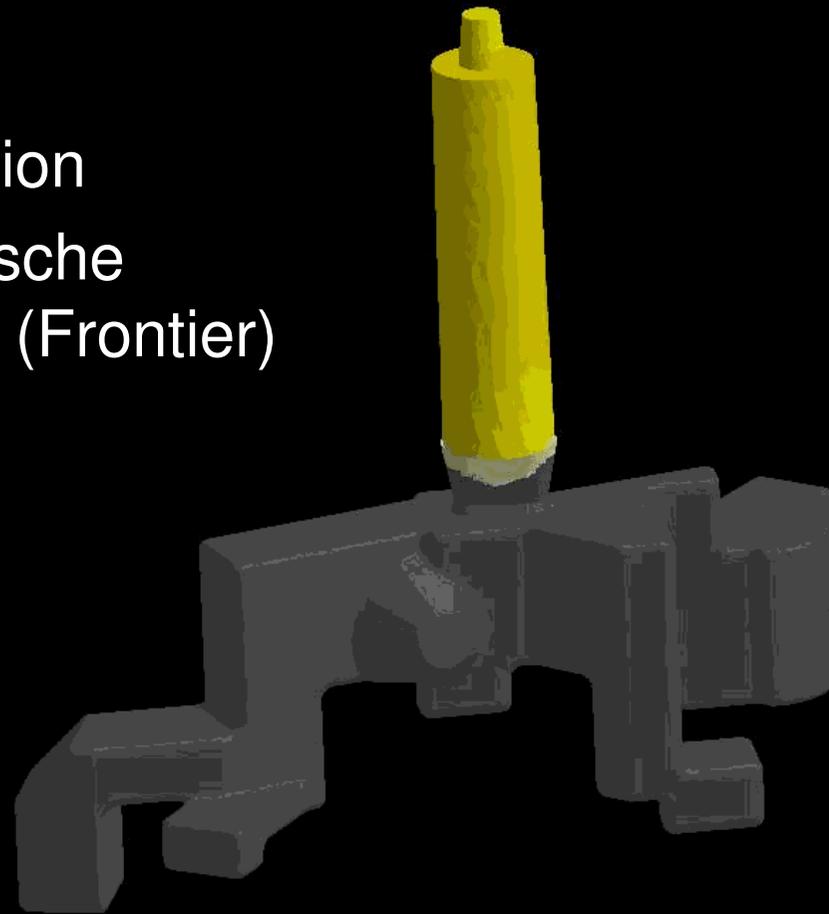
- Formfüllung, Erstarrungsverlauf, Verzug
- Wie vermeide ich Kaltläufe?
- Gibt es Lufteinschlüsse?
- Erhalte ich Porositäten?
- Rissbildung?
- Gussteileigenschaften

Simulation in der Gießerei

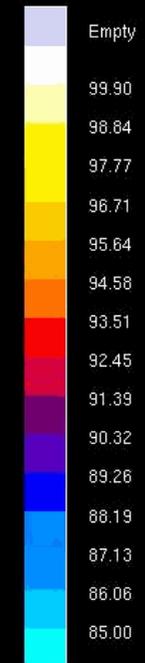
- Ist ein Teil rentabel zu fertigen?
- Welche Stückzahlen kann ich in einer bestimmten Zeit produzieren?
- Ziel: Einfach zu bedienendes Werkzeug zur Optimierung von Prozessen in der Produktion!
- Mit bestimmtem Aufwand möglichst viel Information erhalten!

Optimierung mit MAGMAfrontier

- Ziel: Porositätsvolumen minimieren
- Parameter: Speiserposition
- Kombinatorische Optimierung (Frontier)



FEEDING [%]

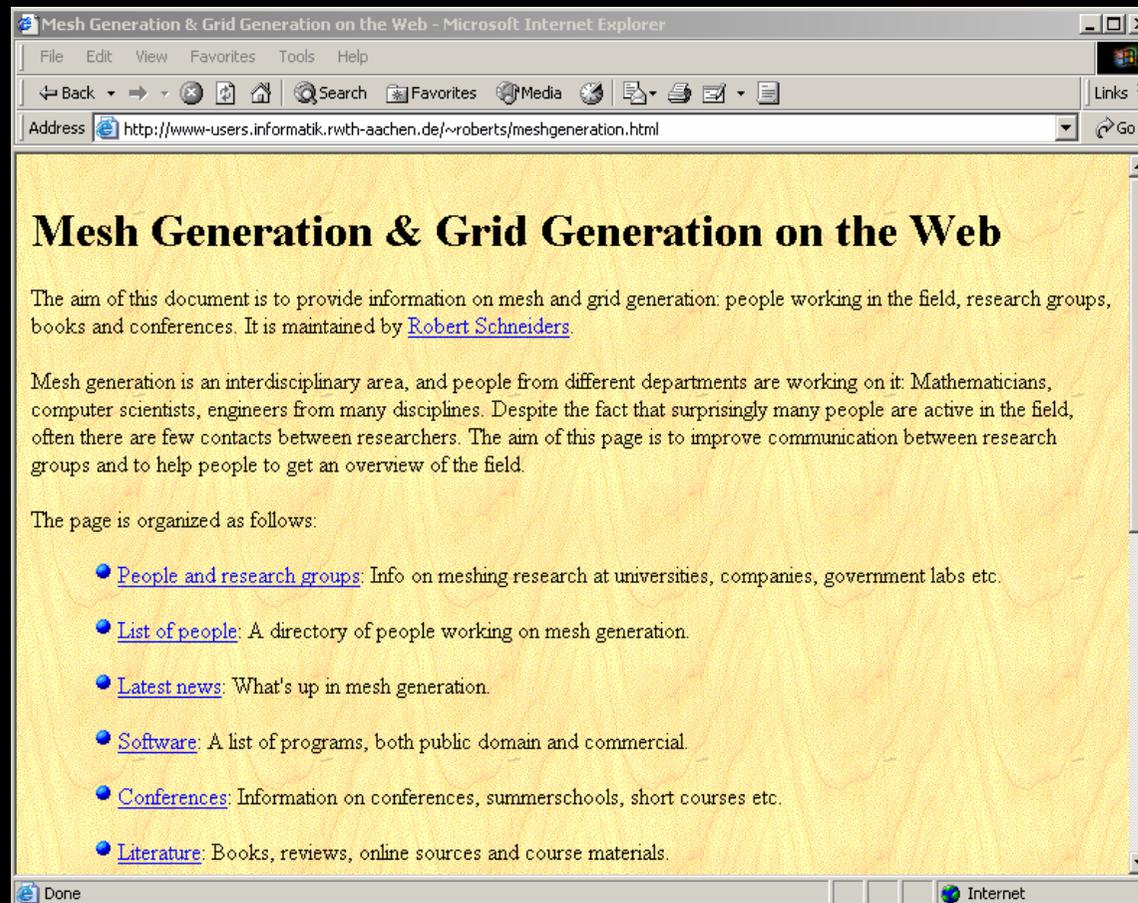


Informatik und Simulation

- Algorithmen (Grafik, Geometrie)
- Parallelisierung
- Programmieren im Großen
- Softwarearchitektur:
 - Sandguss, Druckguss, Thixo, ...
 - Kunststoff (SIGMAsoft)
 - Konstrukteure, Giesser, ...
 - Forschung, Arbeitsvorbereitung, ..

→ Angepasstes GUI!

Netzgenerierung



Any suggestions, hints etc. are welcome!